

BEST AVAILABLE COPY

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JP 16796  
Rec'd PCT/PTO

PCT/IP03/16796  
10 SEP 2004

25.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 1月10日

出願番号  
Application Number: 特願2003-004833  
[ST. 10/C]: [JP 2003-004833]

REC'D 19 FEB 2004

WIPO

PCT

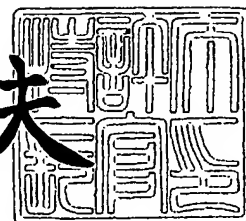
出願人  
Applicant(s): 信越半導体株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3006531

【書類名】 特許願

【整理番号】 0200217

【提出日】 平成15年 1月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/02

【発明者】

【住所又は居所】 群馬県安中市 中野谷字松原 5 0 7 信越半導体株式会社  
横野平工場内

【氏名】 阿賀 浩司

【発明者】

【住所又は居所】 群馬県安中市 中野谷字松原 5 0 7 信越半導体株式会社  
横野平工場内

【氏名】 横川 功

【発明者】

【住所又は居所】 群馬県安中市 中野谷字松原 5 0 7 信越半導体株式会社  
横野平工場内

【氏名】 高野 清隆

【発明者】

【住所又は居所】 群馬県安中市 中野谷字松原 5 0 7 信越半導体株式会社  
横野平工場内

【氏名】 三谷 清

【特許出願人】

【識別番号】 000190149

【氏名又は名称】 信越半導体株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102532

【弁理士】

【氏名又は名称】 好宮 幹夫

【電話番号】 03-3844-4501

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 043247

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703915

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 S O I ウエーハの製造方法及び S O I ウエーハ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方の表面に酸化膜を形成し、該形成した酸化膜を介して前記ボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合せた後、ボンドウエーハを薄膜化することによって、埋め込み酸化膜上に S O I 層が形成された S O I ウエーハを製造する方法において、前記ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方の表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、前記製造される S O I ウエーハが有する埋め込み酸化膜の厚さよりも厚くなるようにして酸化膜の形成を行った後、該形成した酸化膜を介してボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合せてからボンドウエーハを薄膜化して S O I 層を形成し、その後、得られた貼り合せウエーハに埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことを特徴とする S O I ウエーハの製造方法。

【請求項 2】 前記ボンドウエーハを薄膜化して形成する S O I 層の厚さを、500 nm 以下とすることを特徴とする請求項 1 に記載の S O I ウエーハの製造方法。

【請求項 3】 前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を、水素ガス、アルゴンガス、またはこれらの混合ガス雰囲気下で 1000℃ 以上の温度で行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の S O I ウエーハの製造方法。

【請求項 4】 前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行って、埋め込み酸化膜の厚さを 100 nm 以下にすることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の S O I ウエーハの製造方法。

【請求項 5】 前記ボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合わせる前に、前記ボンドウエーハの表層部に水素イオンまたは希ガスイオンを注入してイオン注入層を形成しておき、該ボンドウエーハのイオン注入した方の面をベースウエーハと貼り合せた後、前記ボンドウエーハを前記形成したイオン注入層で剥離することによって薄膜化することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の S O I ウエーハの製造方法。

【請求項 6】 前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行った後、さらに

犠牲酸化処理を行うことを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか一項に記載のSOIウエーハの製造方法。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6のいずれか一項に記載のSOIウエーハの製造方法により製造されたSOIウエーハ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、絶縁体上にシリコン層が形成されたSOI (Silicon on insulator) 構造を有するSOIウエーハを製造する方法及びその方法で製造されたSOIウエーハに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、絶縁体上にシリコン層 (SOI層) が形成されたSOI構造を有するSOIウエーハが、デバイスの高速性、低消費電力性、高耐圧性、耐環境性等に優れていることから、電子デバイス用の高性能LSI用ウエーハとして特に注目されている。

【0003】

このSOIウエーハの代表的な製造方法として、シリコンウエーハに酸素イオンを高濃度で打ち込んだ後に高温で熱処理を行ってウエーハ内に酸化膜を形成するSIMOX法や、貼り合わせ法と呼ばれる方法等がある。貼り合わせ法とは、SOI層を形成するボンドウエーハと支持基板となるベースウエーハのうちの少なくとも一方に酸化膜を形成し、その酸化膜を介してボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合わせた後ボンドウエーハを薄膜化することによって、絶縁体である埋め込み酸化膜上にSOI層が形成されたSOIウエーハを製造する方法である。

【0004】

この貼り合わせ法を利用したSOIウエーハの製造方法には、研削研磨法、PACE (Plasma Assisted Chemical Etching) 法、イオン注入剥離法 (スマートカット (登録商標) 法とも呼ばれる。特許文献

1 参照)、ELTRAN法等が知られている(非特許文献1 参照)。

#### 【0005】

ここで、イオン注入剥離法について、図2を参照しながら説明する。まず、ベースウエーハ11とボンドウエーハ12の二枚のシリコンウエーハを準備する(工程(a'))。次に、これらのうちの少なくとも一方のウエーハ(この場合、ボンドウエーハ)に酸化膜13を形成した後(工程(b'))、ボンドウエーハ12に水素イオンまたは希ガスイオンを注入してボンドウエーハ12の内部にイオン注入層14を形成する(工程(c'))。そして、ボンドウエーハ12のイオンを注入した方の面を酸化膜13を介してベースウエーハ11と貼り合わせた後(工程(d'))、剥離熱処理を加えてイオン注入層14を劈開面(剥離面)としてボンドウエーハ12を剥離することで薄膜化し(工程(e'))、その後、さらにウエーハ同士の結合を強固にするための結合熱処理や研磨代の極めて少ないタッチポリッシュと呼ばれる鏡面研磨等を施すことによってSOIウエーハ16を製造することができる(工程(f'))。

#### 【0006】

しかしながら、SOIウエーハを製造する際に、上記のように機械加工の要素を含む鏡面研磨を最終段階に行ってしまうと、研磨の取り代が均一でないために、イオン注入・剥離によって達成されたSOI層の膜厚均一性が悪化するという問題が生じ、さらに結合熱処理後に鏡面研磨を行うため、工程が多く煩雑であり、コスト的にも不利である。

#### 【0007】

このような問題を解決するために、例えば特許文献2では、ウエーハ同士を貼り合わせて結合熱処理を行った後、鏡面研磨を行わずにSOIウエーハのSOI層の表面粗さや結晶欠陥を低減するために、水素やAr雰囲気で行なう高温熱処理を行なう技術を開示している。

#### 【0008】

また、近年の半導体デバイスの高集積化に伴い、より高品質のSOIウエーハの製造が求められており、例えば薄い埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハやSOI層の結晶性を向上させたSOIウエーハ等が求められている。

## 【0009】

一般に、上記のようにしてイオン注入剥離法によりSOIウエーハを製造する場合、SOIウエーハ内に所望の厚さを有する埋め込み酸化膜を形成するために、ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方に形成する酸化膜を所望される埋め込み酸化膜の厚さと同じ厚さとなるように形成し、その後ウエーハ同士を貼り合わせることにによりSOIウエーハの製造を行っている。

## 【0010】

しかしながら、例えば100nm以下の埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハを作製する場合、ウエーハを貼り合わせ後剥離熱処理を行った際に、図3に示すように、ベースウエーハ31の上に埋め込み酸化膜32とSOI層33が積層されたSOIウエーハにブリスター34やボイド35を発生させて、未結合部が生ずる場合が多かった。そして、SOIウエーハの埋め込み酸化膜の厚さが薄くなるほど、このようなブリスターやボイドが発生しやすくなり、良品が得られ難く、歩留まりを悪化させるという問題があった。

## 【0011】

今後、SOIウエーハに形成される埋め込み酸化膜の厚さは、100nmから50nm等へとさらに薄くなる方向に進むと考えられる。そのため、埋め込み酸化膜の厚さを薄くしてもブリスター及びボイドを発生させずに、高い歩留まりでSOIウエーハを製造することが望まれている。

## 【0012】

さらに、上記貼り合わせ法によりSOIウエーハに形成されたSOI層の結晶性は、SIMOX法に比べて良好であるものの、エッチングすることによって現れるHF欠陥やSecco欠陥と呼ばれる結晶欠陥が完全になくなっているわけではなく、さらなる結晶性の改善が望まれている。

## 【0013】

## 【特許文献1】

特許第3048201号公報

## 【特許文献2】

特開平11-307472号公報

## 【非特許文献1】

シリコンの科学、UCS半導体基盤技術研究会編集、リアライズ社発行、p. 443-496

## 【0014】

## 【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、埋め込み酸化膜の厚さを薄くしてもブリスター及びボイドを発生させず、SOI層の結晶性が極めて良好なSOIウエーハを製造する方法を提供することにある。

## 【0015】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明によれば、ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方の表面に酸化膜を形成し、該形成した酸化膜を介して前記ボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合せた後、ボンドウエーハを薄膜化することによって、埋め込み酸化膜上にSOI層が形成されたSOIウエーハを製造する方法において、前記ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方の表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、前記製造されるSOIウエーハが有する埋め込み酸化膜の厚さよりも厚くなるようにして酸化膜の形成を行った後、該形成した酸化膜を介してボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合せてからボンドウエーハを薄膜化してSOI層を形成し、その後、得られた貼り合せウエーハに埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことを特徴とするSOIウエーハの製造方法が提供される（請求項1）。

## 【0016】

このように、予め所望の厚さより厚い埋め込み酸化膜が得られるようにして酸化膜の形成を行った後、ウエーハ同士を貼り合せてからボンドウエーハを薄膜化してSOI層を形成し、その後貼り合せウエーハに埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことによって埋め込み酸化膜の厚さを所望の厚さに調整するので、ブリスターやボイドを発生させずに所望の薄い埋め込み酸化膜厚を有するSOIウエーハを高い歩留まりで製造することができる。また、熱処理によって埋め



込み酸化膜厚を減少させるので、膜厚が減少した部分は還元されて結晶性が良好なシリコン層となり、さらに、その熱処理の間にその結晶性が良好なシリコン層を種としてSOI層が固層成長するので、結晶性が極めて良好なSOI層を得ることができる。

#### 【0017】

このとき、前記ボンドウエーハを薄膜化して形成するSOI層の厚さを、500nm以下とすることが好ましい（請求項2）。

SOI層の厚さが500nmより厚い場合、その後の埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行っても埋め込み酸化膜の厚さの減少量が小さいため、所望の厚さの埋め込み酸化膜を得るために長時間の熱処理を行う必要があるが、このようにボンドウエーハの薄膜化等によりSOI層の厚さを500nm以下とすることによって、酸化膜の厚さを減ずる熱処理を効率的に行うことができ、短時間で埋め込み酸化膜を所望の厚さに減少させることができる。

#### 【0018】

また、前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を、水素ガス、アルゴンガス、またはこれらの混合ガス雰囲気下で1000℃以上の温度で行うことが好ましい（請求項3）。

このような条件で酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことによって、効果的に酸化膜の厚さを減少させて、所望の薄い厚さを有する埋め込み酸化膜を確実に得ることができる。

#### 【0019】

そして、本発明によれば、前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行って、埋め込み酸化膜の厚さを100nm以下にすることができる（請求項4）。

このように埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことによって、ブリストアやボイドの発生を確実に防止して、100nm以下の厚さを有する埋め込み酸化膜が形成されたSOIウエーハを容易に製造することができる。

#### 【0020】

さらに、前記ボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合わせる前に、前記ボンドウエーハの表層部に水素イオンまたは希ガスイオンを注入してイオン注入層

を形成しておき、該ボンドウエーハのイオン注入した方の面をベースウエーハと貼り合せた後、前記ボンドウエーハを前記形成したイオン注入層で剥離することによって薄膜化することが好ましい（請求項5）。

本発明は、イオン注入剥離法でボンドウエーハの薄膜化を行う場合に非常に有効であり、このようにイオン注入剥離法を用いて薄膜化を行うことによって、S O I 層の膜厚均一性も高いS O I ウエーハを得ることができる。

#### 【0021】

また、前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行った後、さらに犠牲酸化処理を行うことが好ましい（請求項6）。

このように、埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理後に、さらにS O I 層に熱酸化膜を形成し、その酸化膜を除去する、いわゆる犠牲酸化処理を行うことによって、イオン注入によってS O I ウエーハの表面に生じているダメージ層を除去でき、またS O I 層の結晶品質を一層高めつつ、S O I 層の膜厚調整を行うことができる。

#### 【0022】

そして、本発明によれば、上記本発明のS O I ウエーハの製造方法により製造されたS O I ウエーハを提供することができる（請求項7）。

本発明のS O I ウエーハの製造方法により製造されたS O I ウエーハであれば、埋め込み酸化膜の厚さが薄くてもブリスター及びボイドがなく、S O I 層の結晶性が極めて良好なS O I ウエーハとすることができる。

#### 【0023】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明について実施の形態を説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

従来、イオン注入剥離法を用いて埋め込み酸化膜厚が100nm以下となるS O I ウエーハを製造しようとする、貼り合わせ後の剥離熱処理でブリスターやボイドが発生しやすくなり、埋め込み酸化膜の厚さが薄くなるほど、歩留まりが悪化するという問題があった。

#### 【0024】

このブリスターやボイドの発生に関しては、剥離熱処理中に貼り合わせ界面では貼り合せ面に付着していた有機物などに起因して脱ガスが生じ、埋め込み酸化膜がある程度厚いと剥離熱処理で生じたガスを埋め込み酸化膜中に取り込むことができるが、埋め込み酸化膜が薄い場合は取り込めるガスの容量が減るため剥離熱処理中に発生したガスの全てを取り込めず、その残ったガスに起因してブリスターやボイドが発生すると考えられた。

#### 【0025】

そこで、本発明者は、ブリスターやボイドを発生させずに埋め込み酸化膜の厚さが薄く、またSOI層の結晶性が良好なSOIウエーハを製造するための方法について鋭意研究及び検討を重ねた。その結果、貼り合わせ法でSOIウエーハを作製する際に、2枚のウエーハの少なくとも一方のウエーハの表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、製造されるSOIウエーハが有する埋め込み酸化膜の厚さより厚くなるようにしてウエーハに酸化膜の形成を行った後、ウエーハ同士を貼り合わせてから薄膜化を行ってSOI層を形成し、その後得られた貼り合わせウエーハに熱処理を行うことによって、埋め込み酸化膜の厚さをブリスターやボイドを発生させずに100nm以下の所望の厚さまで減少させることができること、さらにSOI層の結晶性も極めて良好となることを見出し、発明を完成させた。

#### 【0026】

以下、本発明のSOIウエーハの製造方法について、2枚のシリコンウエーハを貼り合わせる場合を例に挙げて図面を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。ここで、図1は、本発明に係るイオン注入剥離法によりSOIウエーハを製造する方法の一例を示すフロー図である。

#### 【0027】

先ず、2枚のシリコン鏡面ウエーハを準備する(工程(a))。この2枚のシリコンウエーハのうち、一方のウエーハはデバイスの仕様に合った支持基板となるベースウエーハ1であり、他方はSOI層となるボンドウエーハ2である。

次に、工程(b)において、そのうちの少なくとも一方のウエーハ、ここではボンドウエーハ2に熱酸化処理を行ってその表面に酸化膜3を形成する。このと

き、ボンドウエーハの表面に形成される酸化膜の厚さは、最終的にSOIウエーハを製造した際にSOIウエーハが有すべき埋め込み酸化膜の厚さよりも厚くなるように、例えば100nm以上の厚さを有するようにして酸化膜の形成を行う。このように100nm以上の厚さを有するように酸化膜を形成することによって、後の工程で剥離熱処理を行う際にプリスターやボイドの発生を確実に防止することができる。

#### 【0028】

尚、この工程(b)において、酸化膜を形成するウエーハはボンドウエーハに限定されるものではなく、ベースウエーハに形成しても、またはベースウエーハとボンドウエーハの両方のウエーハに形成しても良いが、例えば酸化膜をベースウエーハとボンドウエーハの両方に形成する場合では、両方のウエーハの表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、最終的にSOIウエーハが有する埋め込み酸化膜の所望の厚さよりも厚くなるようにして酸化膜の形成を行う。

#### 【0029】

続いて、工程(c)では、表面に酸化膜3を形成したボンドウエーハ2の表層部に水素イオン( $H^+$ イオン、 $H^-$ イオン、 $H_2^+$ イオンなど)を注入して、イオンの平均進入深さにおいてウエーハ表面に平行なイオン注入層4を形成する。このとき、ボンドウエーハ2に注入するイオンは、希ガスイオンでも良い。

#### 【0030】

ボンドウエーハ2にイオン注入層4を形成した後、工程(d)において、ボンドウエーハ2の水素イオンを注入した方の面を、酸化膜3を介してベースウエーハ1に重ね合せて密着させる。このとき、例えば常温の清浄な雰囲気下で2枚のウエーハの表面同士を接触させることにより、接着剤等を用いることなくウエーハ同士を貼り合わせることができる。

#### 【0031】

そして、ウエーハ同士を貼り合わせた後、工程(e)においてボンドウエーハを薄膜化してSOI層5を形成する。ボンドウエーハ2の薄膜化は、例えば不活性ガス雰囲気下約500℃以上の温度で剥離熱処理を加えて、上記の水素イオン注入でボンドウエーハ2に形成したイオン注入層4を境界面として剥離すること

によって容易に行うことができる。この時、本発明では、埋め込み酸化膜が予め厚く形成されているので、脱ガスによるボイド、ブリスターの発生が抑制される。尚、貼り合わせ前のウエーハ表面にプラズマ処理を行って活性化した後に貼り合わせるにより、前記剥離熱処理を省略することもできる。

#### 【0032】

このようにイオン注入剥離法を用いてボンドウエーハの薄膜化を行うことによって、膜厚均一性が非常に優れているSOI層を容易に形成することができる。また、ボンドウエーハをイオン注入層で剥離後、タッチポリッシュを行うことによりSOI層を所望の厚さとなるように高精度に形成することができる。

#### 【0033】

その後、得られた貼り合わせウエーハに工程(f)で埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことによって、所望の厚さに厚さが減少した埋め込み酸化膜6を有するSOIウエーハ7を製造することができる。この最終的に得られるSOIウエーハの埋め込み酸化膜の厚さは、製品規格により決定されるが、本発明では100nm以下、さらには50nm以下にすることも可能である。

尚、タッチポリッシュを省略し、剥離後の貼り合せウエーハに直接工程(f)の熱処理を行うことも可能であるし、工程(f)の熱処理の後にタッチポリッシュを加えても良い。

#### 【0034】

この酸化膜の厚さを減ずる熱処理の熱処理条件は必要に応じて決定することができ、特に限定されるものではないが、例えば水素ガス、アルゴンガス、またはこれらの混合ガス雰囲気下で1000℃以上、好ましくは1100℃以上、より好ましくは1150℃以上の温度で行う。このような熱処理条件で酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことによって、効果的に埋め込み酸化膜の厚さを減少させて、例えば10～80nmのような100nm未満の厚さを有する埋め込み酸化膜を容易に得ることができるし、またウエーハ同士の結合力を高めて強固に結合したSOIウエーハを製造することができる。

#### 【0035】

ここで、埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理の熱処理時間と埋め込み酸化膜

の厚さ減少量の関係、及び貼り合わせウエーハに形成されているSOI層の厚さと埋め込み酸化膜の厚さ減少量の関係について調べた実験結果について示す。

#### 【0036】

まず、熱処理時間と埋め込み酸化膜の厚さ減少量の関係を調べるために、上記工程(e)まで行って、80nmの埋め込み酸化膜上に297、525、846nmの厚さのSOI層を有する貼り合わせウエーハをそれぞれ2枚用意し、それぞれの貼り合わせウエーハにアルゴンガス100%雰囲気下、1200℃で1時間または4時間の熱処理時間で埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行い、その後各熱処理条件における埋め込み酸化膜の厚さ減少量を測定した。この埋め込み酸化膜の厚さ減少量の測定は、熱処理前後の貼り合わせウエーハの埋め込み酸化膜の厚さを多層膜分光エリプソメーター(SOPRA社製)を用いて測定することによって行った。

#### 【0037】

その結果、図4に示したように、熱処理時間が長くなるにつれて埋め込み酸化膜の厚さ減少量が大きくなることがわかった。また、図4には示していないが、同じ熱処理時間の場合では、熱処理温度が高くなるほど埋め込み酸化膜の厚さの減少量が大きく、1000℃未満の温度では酸化膜の厚さ減少量が非常に小さかった。

#### 【0038】

さらに、図4から明らかであるように、埋め込み酸化膜上に形成するSOI層の厚さを846nmから297nmへと薄くすることによって、熱処理における埋め込み酸化膜の厚さ減少量を大きくすることができる。また、埋め込み酸化膜上に形成されるSOI層の厚さが500nmより厚い場合、酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行っても埋め込み酸化膜の厚さの減少量が小さいため、所望の厚さの埋め込み酸化膜を得るには長時間の熱処理が必要となることが明らかになった。したがって、ボンドウエーハの薄膜化によって形成されるSOI層の厚さは500nm以下とすることが好ましく、それによって埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を効率的に行うことができ、短時間で埋め込み酸化膜を所望の厚さに減ずることができる。

## 【0039】

さらに、本発明のSOIウエーハの製造方法では、上記の埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行った後にSOI層に熱酸化膜を形成し、その酸化膜を除去するという、いわゆる犠牲酸化処理を行うことが好ましい。

例えば、埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行った後に、酸化性雰囲気下の熱処理を行ってSOI層の表面に酸化膜を形成し、その後、SOI層の表面に形成した酸化膜を除去する。このとき、酸化膜の除去は、例えばHFを含む水溶液でエッチングすることにより行えばよい。HFを含む水溶液でエッチングするようにすれば、酸化膜のみがエッチングにより除去され、犠牲酸化によりダメージや重金属等の汚染物を除去したSOIウエーハを得ることができる。

## 【0040】

このように埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理後にさらに犠牲酸化処理を行うことによって、イオン注入によってSOIウエーハの表面に生じているダメージ層を確実に除去でき、さらにSOI層の結晶品質を一層高めつつSOI層の膜厚調整を行うことができるため、より高品質のSOIウエーハを製造することができる。

## 【0041】

以上のような方法でSOIウエーハを製造することによって、ブリストアやボイドの発生を抑制して埋め込み酸化膜の厚さを所望の厚さまで薄くしたSOIウエーハを高い歩留まりで製造することができる。また、酸化膜の厚さを減ずる熱処理により埋め込み酸化膜の厚さを減少させるので、膜厚が減少した部分が還元されて結晶性が良好なシリコン層となり、そしてその結晶性が良好なシリコン層を種としてSOI層が固層成長するので、結晶性が極めて良好なSOI層を得ることができる。

## 【0042】

## 【実施例】

以下、実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

## (実施例1)

鏡面研磨が施された直径200mmのシリコンウエーハを用意し、イオン注入剥離法により製品規格として80nmの厚さの埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハの製造を行った。

#### 【0043】

先ず、ボンドウエーハとなる一方のシリコンウエーハに熱酸化を施してウエーハの表面に100nmの厚さで酸化膜を形成した後、53keVの注入エネルギーでシリコンウエーハ中に水素イオンを注入して（ドーズ量： $5.5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ ）、イオン注入層を形成した。その後、酸化膜を介してボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合わせた後、窒素ガス雰囲気下、500℃で30分の剥離熱処理を行うことによってイオン注入層で剥離して、SOI層を有するウエーハを作製した。得られた貼り合わせウエーハに60nmの研磨代でタッチポリッシュを施して320nmの厚さを有するSOI層を形成した。

その後、貼り合わせウエーハにアルゴンガス雰囲気下、1200℃で4時間の埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行って、埋め込み酸化膜の厚さを20nm減少させて80nmの厚さの埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハを製造した。

#### 【0044】

##### （実施例2）

鏡面研磨が施された直径200mmのシリコンウエーハを用意し、イオン注入剥離法により製品規格として30nmの厚さの埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハの製造を行った。

#### 【0045】

先ず、ボンドウエーハに熱酸化を施してウエーハの表面に80nmの厚さで酸化膜を形成した後、50keVの注入エネルギーでシリコンウエーハ中に水素イオンを注入して（ドーズ量： $5.5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ ）、イオン注入層を形成した。その後、ボンドウエーハと表面に20nmの厚さで酸化膜を有するベースウエーハとを酸化膜を介して貼り合わせた後、窒素ガス雰囲気下、500℃で30分の剥離熱処理を行うことによってイオン注入層で剥離して、SOI層を有するウエーハを作製した。得られた貼り合わせウエーハに60nmの研磨代でタッ



チポリッシュを施して 320 nm の厚さを有する SOI 層を形成した。

その後、貼り合わせウエーハにアルゴンガス雰囲気下、1200℃で14時間の酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行って、埋め込み酸化膜の厚さを 70 nm 減少させて 30 nm の厚さの埋め込み酸化膜を有する SOI ウエーハを製造した。

#### 【0046】

(比較例 1 及び 2)

鏡面研磨が施された直径 200 mm のシリコンウエーハを 2 枚用意し、イオン注入剥離法により製品規格として 80 nm (比較例 1) の厚さ、及び 30 nm (比較例 2) の厚さの埋め込み酸化膜を有する SOI ウエーハを製造した。

#### 【0047】

まず、ボンドウエーハに熱酸化を施して、それぞれのウエーハの表面に 80 nm (比較例 1) の厚さ、30 nm (比較例 2) の厚さで酸化膜を形成した後、比較例 1 のウエーハには 50 keV の注入エネルギーで、また比較例 2 のウエーハには 44 keV の注入エネルギーでシリコンウエーハ中にそれぞれ水素イオンを注入して (ドーズ量： $5.5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ )、イオン注入層を形成した。その後、酸化膜を介してボンドウエーハと表面に酸化膜のないベースウエーハとを貼り合わせた後、窒素ガス雰囲気下、500℃で30分の剥離熱処理を行うことによってイオン注入層で剥離して、SOI 層を有するウエーハを作製した。得られた貼り合わせウエーハにそれぞれ 60 nm の研磨代でタッチポリッシュを施して 320 nm の厚さを有する SOI 層を形成した。

#### 【0048】

上記実施例 1、2 及び比較例 1、2 で製造した SOI ウエーハに蛍光灯下の目視検査を行い、ボイド及びブリスターの発生の有無を測定した。その測定結果を、上記の SOI ウエーハの製造条件とともに以下の表 1 に示す。

#### 【0049】

【表 1】

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2
トータルで 形成した酸化膜の厚さ	100nm	100nm	80nm	30nm
注入エネルギー	53keV	50keV	50keV	44keV
ドーズ量(／cm <sup>2</sup> )	$5.5 \times 10^{16}$	$5.5 \times 10^{16}$	$5.5 \times 10^{16}$	$5.5 \times 10^{16}$
タッチポリッシュの研磨代	60nm	60nm	60nm	60nm
SOI層の膜厚	320nm	320nm	320nm	320nm
酸化膜の厚さを 減ずる熱処理条件	Arガス雰囲気下、 1200℃で 4 時間または 14 時間		なし	なし
熱処理後の 埋め込み酸化膜の厚さ	80nm	30nm	—	—
ボイド及びブリスタの発生量	0	2	19	26

## 【0050】

表 1 に示したように、実施例 1 の SOI ウェーハにはボイドもブリスターも発生してなかった。また実施例 2 の SOI ウェーハには、埋め込み酸化膜が 30 nm と薄いにも関わらず、若干のボイド及びブリスターの発生のみが確認された。それに対して、比較例 1 及び 2 の SOI ウェーハは、それぞれ同じ埋め込み酸化膜の厚さを有する実施例 1 及び 2 の SOI ウェーハに比べて、ボイド及びブリスターの発生が顕著に確認され、ウェーハの品質が劣るものであった。

## 【0051】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

## 【0052】

例えば、上記本発明の SOI ウェーハの製造方法では、さらにボンドウェーハとベースウェーハの結合強度を高めるための結合熱処理を行っても良く、それによって、ウェーハ同士が一層強固に結合した SOI ウェーハを得ることができる。

## 【0053】

さらに、上記実施の形態においては、ボンドウェーハの薄膜化をイオン注入剥

離法により行っているが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば研削研磨法やPACE法を用いる場合にも同様に適用することができる。

#### 【0054】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、埋め込み酸化膜を所望の厚さまで薄くしてもブリスターやボイドが発生してなく、またSOI層の結晶性が極めて良好なSOIウエーハを高い歩留まりで製造することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明に係るイオン注入剥離法によるSOIウエーハの製造方法の一例を示したフロー図である。

##### 【図2】

従来のイオン注入剥離法によるSOIウエーハの製造方法を示したフロー図である。

##### 【図3】

SOIウエーハに発生するボイド及びブリスターを概略的に説明する概略説明図である。

##### 【図4】

埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理の熱処理時間と埋め込み酸化膜の厚さ減少量の関係、及び貼り合わせウエーハに形成されているSOI層の厚さと埋め込み酸化膜の厚さ減少量の関係を示したグラフである。

##### 【符号の説明】

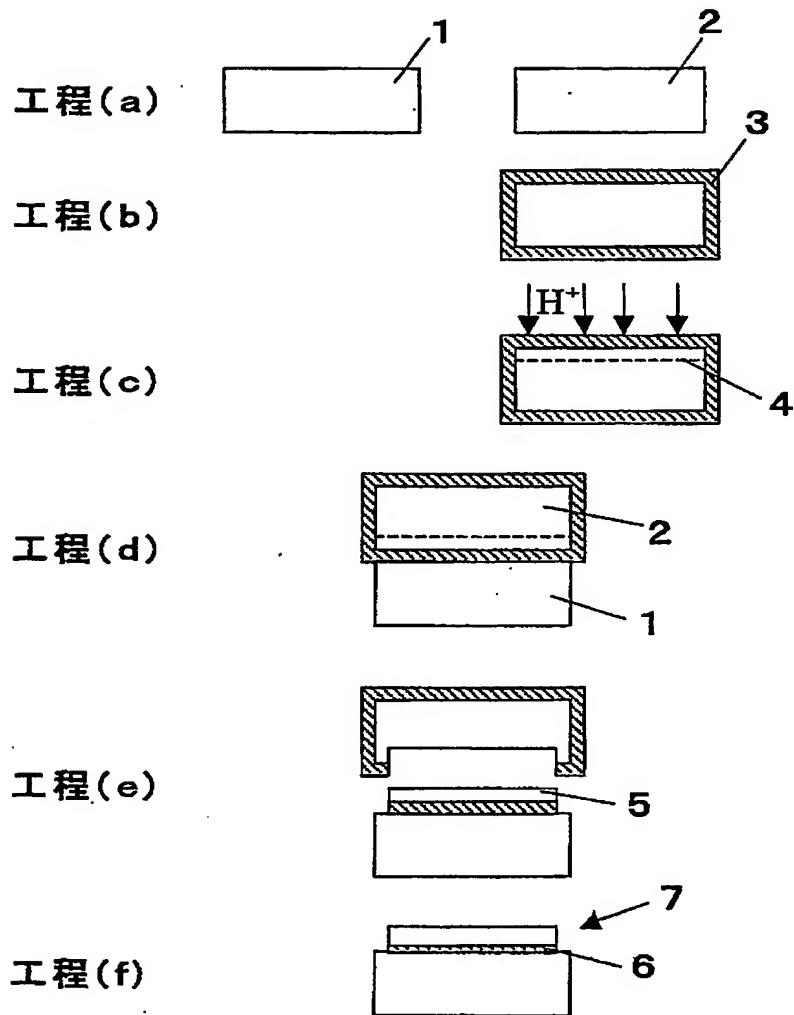
- 1…ベースウエーハ、 2…ボンドウエーハ、  
3…酸化膜、 4…イオン注入層  
5…SOI層、 6…埋め込み酸化膜、 7…SOIウエーハ、  
11…ベースウエーハ、 12…ボンドウエーハ、  
13…酸化膜、 14…イオン注入層、  
15…SOI層、 16…SOIウエーハ、  
31…ベースウエーハ、 32…埋め込み酸化膜、

3 3 … S O I 層、 3 4 … ブリスター、  
3 5 … ボイド。

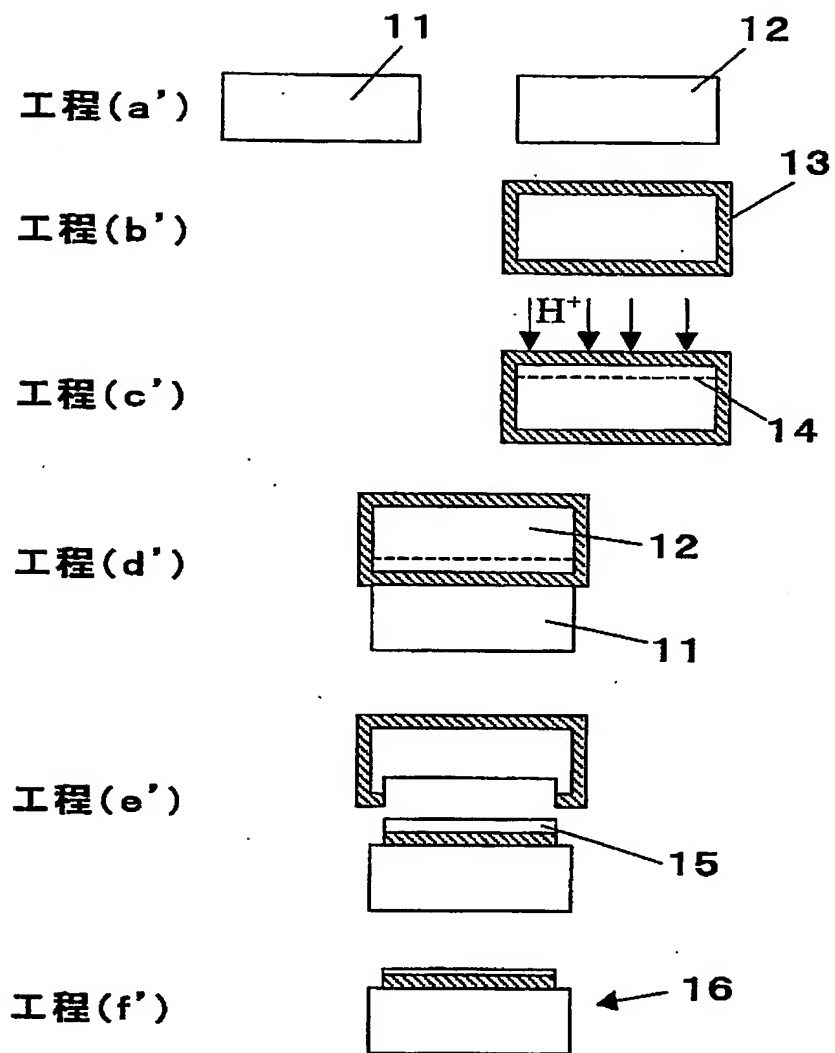
【書類名】

図面

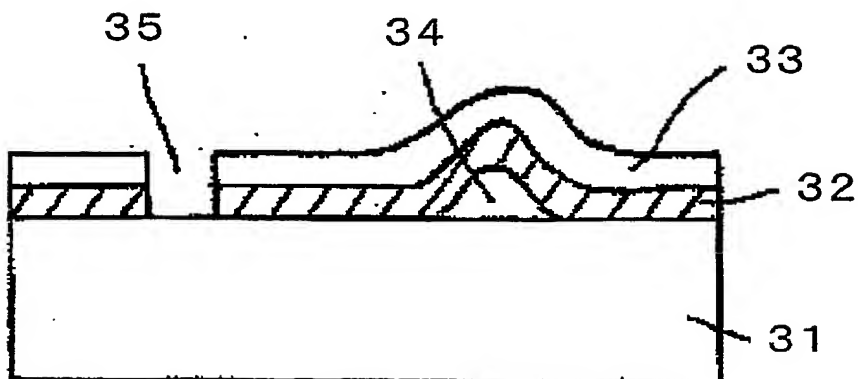
【図 1】



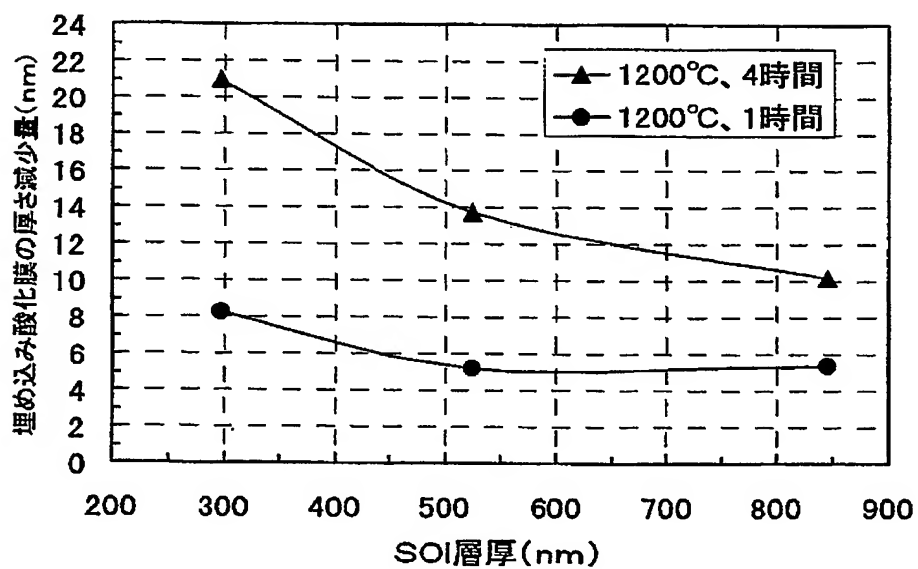
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 埋め込み酸化膜の厚さを薄くしてもブリスターやボイドを発生させず、S O I 層の結晶性が極めて良好な S O I ウェーハを製造する方法を提供する。

【解決手段】 ボンドウェーハとベースウェーハの少なくとも一方の表面に酸化膜を形成し、該形成した酸化膜を介して前記ボンドウェーハとベースウェーハとを貼り合せた後、ボンドウェーハを薄膜化することによって S O I ウェーハを製造する方法において、前記ボンドウェーハとベースウェーハの少なくとも一方の表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、前記製造される S O I ウェーハが有する埋め込み酸化膜の厚さよりも厚くなるようにして酸化膜の形成を行った後、該形成した酸化膜を介してボンドウェーハとベースウェーハとを貼り合せてからボンドウェーハを薄膜化して S O I 層を形成し、得られた貼り合せウェーハに埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行う S O I ウェーハの製造方法。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 3 - 0 0 4 8 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 1 9 0 1 4 9 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 7 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 1 丁目 4 番 2 号

氏 名 信越半導体株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**